

DIFERENCIACIÓN HEMISFÉRICA EN LA RECUPERACIÓN DE LAS HABILIDADES LINGÜÍSTICAS EN LA AFAZIA: UN ESTUDIO CON ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA

Universidad de Málaga
Facultad de Psicología
Grado en Logopedia
TRABAJO FIN DE GRADO



Autor: Marina Cuadra Jaime

Tutor: Javier García Orza

Septiembre 2017

Modalidad 2. Trabajo de investigación, desarrollo y/o innovación.

ÍNDICE

Resumen.....	pág. 2
Palabras clave.....	pág. 2
Introducción.....	pág. 3
La recuperación del lenguaje.....	pág. 3-4
El papel del HD en la recuperación de la afasia.....	pág. 4-6
La estimulación eléctrica transcraneal (TES).....	pág. 7-11
Fundamentos.....	pág. 7-8
tDCS y lenguaje.....	pág. 8-9
Evidencias sobre el papel de los hemisferios en estudios de tratamiento de la afasia con tDCS.....	pág. 9-11
Experimento.....	pág. 11
Hipótesis.....	pág. 12
Estudio.....	pág. 12-17
Participante.....	pág. 12-13
Materiales.....	pág. 13-15
Medidas conductuales.....	pág. 14-15
Estimulación eléctrica.....	pág. 15
Procedimiento.....	pág. 15-17
Medidas conductuales.....	pág. 16-17
Estimulación eléctrica.....	pág. 17
Resultados.....	pág. 18-21
Denominación de acciones.....	pág. 19-20
Denominación de objetos.....	pág. 20
Juicios de gramaticalidad.....	pág. 20-21
Repetición de palabras.....	pág. 21
Repetición de pseudopalabras.....	pág. 21-22
Discusión.....	pág. 23-29
Referencias.....	pág. 30-39

Resumen

En la actualidad sigue sin estar claro cuál es el papel del hemisferio derecho en el lenguaje y su rehabilitación. Según algunos autores, el hemisferio derecho asume funciones lingüísticas, facilitando la recuperación del lenguaje. Sin embargo, otros autores apuntan que este hemisferio no juega ningún papel relevante, dado que no está diseñado para soportar dichas funciones. Por último, otros sugieren que tiene un papel perjudicial, al inhibir la recuperación del hemisferio izquierdo. El presente trabajo pretende analizar qué papel juega el hemisferio derecho en la recuperación de la afasia de una paciente con una lesión fronto-temporal izquierda con dificultades de producción oral y comprensión gramatical. Para ello, hemos llevado a cabo un estudio de estimulación eléctrica transcraneal con dos montajes distintos, ambos estimulando positivamente el área de Broca izquierdo, pero estimulando positivamente el área homóloga derecha en uno y negativamente en otro. Conjuntamente, se le administró, junto a cada montaje, una condición *sham* como control. Durante la estimulación se utilizaron diferentes tareas de la batería BETA. Los resultados muestran una pérdida significativa en la tarea de denominación de acciones en el montaje HI+HD+, mientras que en el resto de tareas la estimulación no ha sido efectiva. Estos datos apoyarían el papel perjudicial del HD en la recuperación de verbos.

Palabras clave: estimulación eléctrica transcraneal, afasia, denominación, repetición, juicios de gramaticalidad, hemisferios cerebrales.

Introducción

Entre las patologías que afectan al normal funcionamiento del cerebro, los accidentes cerebrovasculares (ACV) son los más frecuentes. Así, en nuestro país cada año, aproximadamente 176 de cada 100.000 habitantes sufren un ictus (Díaz-Guzmán et al., 2012). Una de las principales deficiencias que se derivan de un ACV es la afasia, la cual aparece en torno al 21%-38% de personas que sufren un ictus. Se define como afasia al trastorno de comunicación caracterizado por la pérdida total o parcial de los procesos complejos de interpretación y formulación del lenguaje, debido al daño cerebral adquirido que afecta a las estructuras corticales y subcorticales del hemisferio dominante del lenguaje (Berthier, 2005). En muchas ocasiones, los pacientes afásicos presentan trastornos asociados, tales como hemiparesia, trastornos sensoriales, apraxia, agnosia y acalculia, entre otros (Ardila, 2005).

Dada la prevalencia de la afasia y el efecto devastador que tiene para la vida de los que la sufren, es necesario disponer de mayor conocimiento sobre los mecanismos que permiten la recuperación de la misma. En concreto, el presente trabajo analiza cuál es el papel del hemisferio derecho (HD) en el proceso de recuperación de la afasia y para ello utiliza como herramienta, una nueva técnica, la estimulación eléctrica transcraneal.

La recuperación del lenguaje

De acuerdo con la literatura, la recuperación del lenguaje siempre es posible, incluso en pacientes que presentan una afasia grave. Diversos estudios sobre la recuperación de la afasia informan que, aunque el mayor grado de recuperación ocurre en los 2 o 3 primeros meses (Laska, Hellblom, Murray, Kahan, y Von Arbin, 2001), existen evidencias de mejoría hasta 1 o 2 años después del accidente cerebrovascular. Por tanto, el tipo de afasia casi siempre cambia a una forma menos grave durante el primer año (Berthier, 2011). Sin embargo, esta recuperación espontánea no se observa de forma homogénea en todos los casos. Existe toda una serie de factores, como son el tamaño y ubicación de la lesión, la edad, el sexo, factores psicológicos, etc. que influyen en la recuperación de las funciones lingüísticas (Lazar, Speizer, Festa, Krakauer, y Marshall, 2008).

Una de las cuestiones que permanece sin resolver acerca del tratamiento de la afasia, es la implicación del HD en la rehabilitación del lenguaje. Existe evidencia que sugiere que dicho hemisferio juega un papel beneficioso en la recuperación de la afasia,

mientras que diversos autores sostienen que desempeña un papel perjudicial, ya que impide la recuperación de la afasia. Otros, sin embargo, sostienen que este hemisferio ni facilita ni perjudica la readquisición de las habilidades lingüísticas. El presente trabajo trata de arrojar luz sobre esta discusión. Para ello, a continuación describiremos con más detalle las hipótesis y evidencias experimentales acerca de la implicación del HD; posteriormente describiremos en qué consiste la tDCS y qué aportan los estudios que usan esta técnica al debate sobre el papel del HD en la recuperación de la afasia. Finalmente se presentará el estudio realizado con una paciente.

El papel del HD en la recuperación de la afasia

Diversos estudios de neuro-imagen que evalúan el lenguaje tras un daño cerebral, han mostrado la existencia de una correlación directa entre la recuperación del lenguaje y la activación de ciertas áreas del hemisferio izquierdo (HI) (Heiss y Thiel, 2006; Meinzer et al., 2008), lo que sugiere la importancia de la restauración del HI en la recuperación de la afasia. Sin embargo, la relevancia que tiene la activación de las áreas homólogas del HD sigue siendo hoy en día un tema de debate, dado que, como veremos, los datos no son concluyentes.

La idea de que el HD tiene un papel beneficioso en la rehabilitación de la afasia surgió en el siglo XIX cuando Barlow (1877, citado por Hamilton, Chrysikou y Coslett, 2011) describió un niño que, tras sufrir un ACV en el HI, y recuperar su lenguaje, volvió a sufrir otro ACV, esta vez en el HD, que provocó de nuevo un empeoramiento de su lenguaje. Diversos estudios apoyan la hipótesis de que una segunda lesión en el HD tras la recuperación de una afasia, empeora el cuadro afásico (Basso, Gardelli, Grassi y Mariotti, 1989; Gainotti, 1993). Otros trabajos llevados a cabo con pacientes a los que se les realizó una hemisferectomía izquierda señalan que el HD asume las competencias del HI, aunque de forma limitada (Vargha-Khadem et al., 1997). Eisenson (1962, citado por Barroso y Nieto, 1996) examinó el rendimiento de sujetos con lesión en el HD en tareas que implican uso del lenguaje (definición de palabras, completar oraciones, etc.), observando un rendimiento inferior al grupo control. Resultados similares encontraron Critchley (1962), Kinsbourne y Warrington (1962), Marcie, Hécaen, Dubois y Angelergues, (1965) y Weinstein y Keller (1963) (citados por Barroso y Nieto, 1996), quienes mostraron la existencia de alteraciones del lenguaje en sujetos con lesión en el

HD en tareas de denominación, escritura y lectura. Estos últimos estudios no solo sugieren que el HD puede jugar un papel en la recuperación de la afasia, sino que en sujetos sanos, el HD tiene ya funciones lingüísticas. Otros estudios más recientes como el de Wan, Zheng, Marchina, Norton y Schlaug (2014) muestran como una terapia de rehabilitación intensiva provocó cambios estructurales en el HD, fundamentalmente en el giro frontal inferior derecho, que correlacionaban con mejoras en la producción del habla. Administraron durante 15 semanas un programa de rehabilitación del habla basado en la entonación a 11 pacientes con afasia crónica no fluente, y lo compararon con un grupo control. El grupo sometido a la terapia presentó una reducción de la anisotropía funcional (FA, parámetro que refleja la direccionalidad de la difusión de las conexiones nerviosas) de la sustancia blanca que rodea al giro frontal inferior derecho, giro temporal superior derecho y el cíngulo posterior derecho. De acuerdo con esta visión, la recuperación que se observa en el lenguaje de los pacientes tendría que ver, fundamentalmente, con las capacidades lingüísticas del HD (Karbe, Thiel, Weber-Luxenburger, Herholz et al., 1998).

Sin embargo, no todos los trabajos ponen de manifiesto que la participación del HD tenga efectos beneficiosos en la recuperación de la afasia. De acuerdo con otra visión, la participación de este hemisferio parece producir cambios en la actividad neuronal que podrían interferir de forma desadaptativa en la readquisición de las habilidades lingüísticas por parte del HI lesionado (Belin et al., 1996). De otra manera, la sobreactivación en zonas del HD inhibiría a posteriori la recuperación de la corteza lesional del HI, limitando la recuperación de la afasia y haciendo al paciente dependiente de sus habilidades lingüísticas del HD (Rosen et al., 2000; Shimizu et al., 2002; Martin et al., 2004). La idea de que el HD tiene un papel perjudicial se conoce como hipótesis de la inhibición interhemisférica, y tiene su origen principalmente en estudios motores. Estos estudios mostraron que tras un ACV que afecta al córtex motor, el equilibrio interhemisférico se interrumpe y el córtex motor intacto inhibe al hemisferio lesionado (Takeuchi e Izumi, 2012; Rehme, Eickhoff, Wang, Fink y Grefkes, 2011). Usando técnicas como la rTMS o la tDCS para inhibir la corteza motora intacta, se han encontrado aumentos en la excitabilidad del lado lesionado que correlacionaban con mejoras de la función motora (Pal et al., 2005; Takeuchi, Chuma, Matsuo, Watanabe e Ikoma, 2005; Fregni et al., 2006). Naeser et al. (2005) se basaron en la hipótesis de que esta inhibición interhemisférica también se aplica a los sistemas de lenguaje y proporcionaron la primera

evidencia de que la estimulación cerebral no invasiva podría mejorar la afasia. Llevaron a cabo un estudio en el que aplicaron rTMS en el pars triangularis del giro frontal inferior derecho en pacientes afásicos no fluentes, mostrando que la estimulación dirigida a inhibir el HD mejoraba la denominación hasta 8 meses después de haber recibido 10 sesiones de estimulación.

En consonancia con el estudio anterior, otros datos indican que un aumento de la activación del HD en pacientes afásicos no siempre produce una mejora del lenguaje (Naeser, Theoret, y Kobayashi, 2002; Rosen et al., 2000; Saur et al., 2006). En estudios recientes de resonancia magnética funcional (fMRI), el aumento de la actividad del HD se asoció con un bajo rendimiento en tareas de denominación (Postman-Caucheteux et al., 2010). En una revisión de estudios con estimulación magnética transcraneal (TMS) en los que para la recuperación de la afasia se inhibía el HD, se encontró, en una muestra de 160 pacientes, un aumento del rendimiento en tareas de denominación, repetición, escritura y comprensión. Además, el estudio sugiere que los efectos pueden permanecer durante varios meses tras 2 semanas de tratamiento en pacientes crónicos (Ren et al., 2014). Por tanto, la visión que considera que el HD tiene un efecto perjudicial en la recuperación de la afasia, cuenta también con numerosos datos a favor.

Finalmente, existe una tercera visión, minoritaria, sobre el papel de la activación funcional de las áreas del HD en pacientes afásicos que considera que sería un epifenómeno, es decir, que no facilita ni dificulta la recuperación del lenguaje (Thiel et al., 2001).

Como se puede apreciar, es mucha la controversia que sigue existiendo hoy en día sobre el rol del HD en la rehabilitación de la afasia. La estimulación eléctrica transcraneal o TES (de sus siglas en inglés Transcranial Electrical Stimulation), dada su capacidad para inhibir el funcionamiento de uno u otro hemisferio, puede proporcionar, de hecho, ya lo está haciendo como veremos más abajo, nuevas evidencias sobre el papel de los hemisferios en la recuperación de la afasia.

La estimulación eléctrica transcraneal (TES)

Fundamentos

La TES es una técnica de estimulación eléctrica cerebral no invasiva (Filmer, Dux y Mattingley; 2014) en la que se administran corrientes eléctricas de baja intensidad (entre 1 y 2 mA) a través de electrodos colocados sobre el cuero cabelludo (Nitsche y Paulus, 2000). Los efectos de la TES pueden durar desde unos minutos a unas horas, dependiendo de parámetros como la intensidad, polaridad, duración y áreas estimuladas (Antal et al., 2001; Kuo et al., 2013), y según algunos estudios, si se mantiene el uso prolongado de la TES en sesiones repetidas los efectos pueden prolongarse varias semanas e incluso meses (Cohen Kadosh, Soskic, Iuculano, Kanai y Walsh, 2010; Monte-Silva et al., 2012; Reis et al., 2012; Reis et al., 2009; Stagg 2014).

Existen diferentes tipos de TES en función de la naturaleza del flujo de la corriente. Así, existe la estimulación transcraneal de corriente alterna (tACS), que utiliza una corriente alterna sinusoidal y bifásica; la estimulación transcraneal de corriente aleatoria (tRNS), que aplica una corriente alterna con una intensidad y frecuencia aleatoria; y por último, la más usada, la estimulación eléctrica transcraneal de corriente continua (tDCS), que explicamos a continuación.

La tDCS consiste en colocar al menos un electrodo con carga positiva y otro con carga negativa (Filmer et al., 2014). La estimulación con polo positivo se conoce como estimulación anodal (A-tDCS), mientras que la estimulación con el polo negativo se denomina estimulación catodal (C-tDCS). Esta técnica de estimulación tiene una función neuromodulatoria; las bajas corrientes eléctricas empleadas en tDCS modulan la excitabilidad de las neuronas que se activan bajo el tejido estimulado (Stagg, 2014). De acuerdo con la literatura, en general, se considera que la estimulación anodal facilita la actividad de la corteza que se encuentra bajo el electrodo, mientras que la estimulación catodal tiene una función inhibitoria (Nitsche y Paulus, 2000, 2001). Más concretamente, parece que la estimulación positiva inhibe la neurotransmisión del GABA, que es un neurotransmisor inhibitorio, generando mayor excitabilidad cortical (Nitsche et al., 2004; Stagg et al., 2009; Stagg y Nitsche, 2011; Medeiros et al., 2012). La estimulación negativa inhibe al glutamato, por lo que al ser un neurotransmisor excitatorio, disminuye la excitabilidad cortical (Liebetanz, Nitsche, Tergau y Paulus, 2002; Stagg et al., 2009; Medeiros et al., 2012).

El montaje de los electrodos debe realizarse formando un circuito cerrado en el que exista un flujo de corriente que vaya del polo positivo al negativo (conocido también como electrodo de retorno). En aquellos casos en los que la estimulación en ambos hemisferios sea positiva, es necesario colocar uno o varios electrodos de retorno que podrán colocarse en otras áreas del cráneo o incluso en zonas extracefálicas como los hombros o los mastoides.

Atendiendo a objetivos metodológicos, la mayoría de experimentos con tDCS incluyen, además de la estimulación activa, una estimulación *sham*, la cual se usa como línea base en estudios de doble ciego para comparar los resultados de la estimulación activa. Esta condición es una forma de estimulación que, si bien posee las mismas características que la estimulación activa en cuanto a polaridad, difiere en su duración, ya que la corriente se administra y se apaga tras unos segundos. Al producirse la misma sensación cutánea en la piel, los sujetos no saben cuándo se encuentran ante una estimulación real y cuando no, evitando así la posible aparición de sesgos.

Cada vez son más los estudios que emplean la tDCS para investigar el rendimiento de los sujetos en diferentes dominios cognitivos, así como herramienta para la rehabilitación de patologías como la depresión (Fregni, Boggio, Nitsche, Rigonatti y Pascual-Leone, 2006), o el daño cerebral tras un ACV (ver Sebastian, Tsapkini y Tippet, 2016 para una revisión en pacientes con afasia). En el presente estudio se aplica la estimulación eléctrica transcraneal a un caso de afasia, por lo que consideramos conveniente realizar una pequeña revisión sobre los efectos que la tDCS tiene sobre el lenguaje y su rehabilitación.

tDCS y lenguaje

Han sido muchos los estudios que, en los últimos años, han descrito efectos beneficiosos de la tDCS en el rendimiento de tareas de lenguaje, tanto en sujetos sanos (Prehn & Flöel, 2015) como en sujetos con daño cerebral (Aguiar, Paolazzi y Miceli, 2015; Lavidor, 2015). La gran mayoría de estos estudios han tomado como medida de control la denominación y fluidez (Sela y Lavidor, 2014).

Comenzando por los experimentos llevados a cabo con sujetos sanos, diversos estudios han mostrado como la tDCS anodal en el área de Wernicke mejora la

denominación. Sparing et al. (2008) investigaron el efecto que tenía la estimulación anodal en el área perisilviana posterior izquierda en 15 sujetos sanos, observando una disminución de los tiempos de respuesta en tareas de denominación. Sin embargo, estos resultados no se apreciaban cuando se estimulaba de la misma forma el área homóloga derecha. Resultados similares encontraron Fiori et al. (2011) cuando aplicaron tDCS en 10 individuos sanos (20 min, 1mA) mientras aprendían nuevas palabras en 3 condiciones diferentes; estimulación anodal en el área de Wernicke, condición *sham* en el mismo área y estimulación anodal en el área occipito-parietal derecha. Otros estudios, como el de Cattaneo, Pisoni y Papagno (2011), han evaluado la fluidez semántica y fonémica estimulando positivamente el área de Broca de ambos hemisferios (2 mA, 20 minutos). Solo cuando los participantes recibían estimulación anodal en el HI, y no en el HD o la condición *sham*, producían más palabras. Ross et al. (2011) encontraron que la tDCS anodal puede mejorar el recuerdo de nombres de personas y lugares famosos cuando se aplica en el lóbulo temporal anterior del HI. En consecuencia, todos estos estudios sugieren que solo se encuentran efectos beneficiosos cuando la estimulación positiva se aplica en el HI, lo que sugiere que el HD jugaría en el lenguaje un papel residual.

Evidencias sobre el papel de los hemisferios en estudios de tratamiento de la afasia con tDCS

Hasta la fecha, la mayoría de los hallazgos sobre el uso de la tDCS para tratar la afasia se han interpretado en gran medida como un apoyo a las tesis que defienden un papel perjudicial del HD, es decir, con la presunción de que la disminución de la actividad en las áreas contralesionales, (HD), o la actividad facilitadora en área lesionadas o perilesionales, (HI), permite mejorar el lenguaje (Hamilton, Chrysikou y Coslett, 2011).

Baker, Rorden y Fridriksson (2010) encontraron que la tDCS anodal (1 mA, 20 min, durante 5 días) en el lóbulo frontal izquierdo produjo mejoras en la denominación de nombres en 10 pacientes con afasia crónica, manteniéndose los beneficios hasta una semana después de la estimulación. Fridriksson et al. (2011) aplicaron una estimulación similar en el córtex perilesional izquierdo en 8 pacientes con afasia fluida crónica e informaron de menores tiempos de reacción en tareas de denominación en comparación con la condición *sham*. Además, informaron que estos beneficios persistieron al menos 3 semanas después de la estimulación. Siguiendo con los estudios de estimulación positiva,

Fiori et al. (2011) aplicaron cinco sesiones diarias de estimulación anodal (20 min, 1 mA) sobre el área de Wernicke en el hemisferio izquierdo, en 3 pacientes con afasia crónica no fluente. Los resultados mostraron una mejoría en la denominación de imágenes, manteniéndose los beneficios durante al menos tres semanas en dos de los pacientes. Estos hallazgos están en línea con la noción de que el reclutamiento perilesional es necesario para la recuperación de la afasia después del accidente cerebrovascular; se presume que los efectos beneficiosos de la tDCS están mediados por una mayor actividad de las áreas residuales del lenguaje del HI, así como cambios funcionales compensatorios en las áreas perilesionales de dicho hemisferio. Estos hallazgos, si bien son una evidencia indirecta, apoyan la idea de que el HI es el adecuado para soportar las funciones lingüísticas y que el HD juega en la recuperación de la afasia un papel menor.

Una evidencia más directa del papel del HD en la recuperación de la afasia la proporcionan estudios como el de Kang, Kim, Sohn, Cohen y Paik (2011) quienes aplicaron estimulación catodal en el HD (2 mA, 20 min) con el objetivo de inhibir la actividad perjudicial que puede interferir con la recuperación del área perilesional del HI. Usando un diseño cruzado, mostraron que los pacientes que habían recibido c-tDCS en el HD mejoraron la exactitud en tareas de denominación en comparación con la condición *sham*. Otros estudios en los que se aplicó estimulación positiva en el giro frontal inferior izquierdo (IFG) y negativa en el área homóloga derecha con una intensidad de 2 mA, encontraron mejoras en la denominación tanto si se administraba de forma conjunta como separada (Lee, Cheon, Yoon, Chang y Kim; 2013).

Usando una metodología distinta, Vines, Norton y Schlaug (2011) aplicaron tDCS anodal en el giro frontal inferior derecho (1 mA, 20 minutos) en 6 pacientes afásicos no fluentes mientras recibían una terapia de entonación melódica (MIT). En comparación con los resultados obtenidos en la condición *sham*, la estimulación positiva llevó a mejoras significativas en la fluidez del habla. En otro estudio, Floel et al. (2011) aplicaron tanto estimulación anodal como catodal, así como la condición *sham* en el córtex temporo-parietal derecho. Los resultados mostraron, curiosamente, que la estimulación positiva, y no negativa, produjo unas mejoras más duraderas en comparación con la estimulación *sham*. Estos hallazgos sugieren, que estimular áreas homólogas derechas supone un beneficio mayor que inhibirlas. El papel beneficioso del HD se destaca en estos estudios.

Como se puede apreciar, en general, los resultados de los diferentes estudios sugieren que, en la mayoría de los casos, el tratamiento con tDCS es efectivo, pero existen claras inconsistencias entre los datos en relación con qué hemisferio debe estimularse y por tanto qué papel juega en la rehabilitación.

Posiblemente, la razón de estas inconsistencias esté relacionada con las diferencias entre los estudios en cuanto a variables como las características de los pacientes analizados y los procesos lingüísticos y las tareas usadas para valorar la recuperación de la afasia. En relación con esto último, es frecuente que se usen medidas globales o únicamente tareas de denominación o fluidez. Dada la complejidad del proceso de producción lingüístico, parece necesario una mayor precisión en la evaluación. Debe tenerse en cuenta que los procesos implicados en cada tarea pueden tener diferente dependencia hemisférica. Por ejemplo, existe cierta evidencia que sugiere que los verbos en general podrían estar representados bihemisféricamente (Kemmerer, 2015) y, sin embargo, los nombres estar más lateralizados en el HI. Si esto es así, la activación positiva del HD podría ser beneficiosa para los verbos pero perjudicial para los nombres. Igualmente, la localización de los procesos de comprensión de oraciones parecen más dependientes del HI (Friederici, 2002) que del derecho. Existen pues motivos suficientes para incluir diferentes medidas en los estudios, de forma que nos puedan proporcionar un panorama más concreto de los beneficios que implica la estimulación de uno u otro hemisferio. En el presente trabajo, incluiremos esas medidas.

Experimento

Como se desprende de la exposición realizada hasta ahora, existen datos a favor y en contra de las dos posturas descritas. Por todo lo expuesto hasta el momento, nuestro propósito es comparar el rendimiento de una paciente con afasia en diferentes tareas de producción y comprensión oral (denominación de verbos y objetos, juicios de gramaticalidad y repetición de palabras y pseudopalabras) mediante dos montajes de tDCS; con estimulación positiva en el HI en ambas condiciones, y una estimulación positiva y otra negativa en el HD. A su vez, ambos montajes serán comparados con la condición neutra o *sham*.

Hipótesis

Si tal y como proponen autores como Barlow (1877), Eisenson (1962), Critchley (1962), Kinsbourne y Warrington (1962), Weinstein y Keller (1963), Basso et al. (1989), Gainotti (1993), Vargha-Khadem et al. (1997), Karbe et al. (1998) y Wan et al. (2014), el HD favorece la recuperación de la afasia, entonces la estimulación positiva en ambos hemisferios mejorará el rendimiento en tareas lingüísticas, y empeorará si se usa estimulación negativa en el HD. En el caso de que el papel del HD perjudique, tal y como afirman autores como Rosen et al. (2010), Naeser et al. (2002), Saur et al. (2006), Postman-Caucheteux et al. (2010) y Ren et al. (2014), el rendimiento en pacientes afásicos empeorará si se utiliza estimulación positiva tanto en el HI como en sus áreas homólogas derechas, y mejorará si se aplica estimulación positiva en el HI y negativa en el HD. Las afirmaciones postuladas en estas hipótesis podrán a su vez estar moduladas por la naturaleza de la tarea y los procesos implicados en las mismas. Así, tal y como hemos señalado, es posible que los resultados de la estimulación varíen y no sean iguales en tareas que parecen tener representación en ambos hemisferios, como la denominación de verbos, o que están claramente localizadas en el HI como los juicios de gramaticalidad. Igualmente, en el caso de aquellas que tienen un componente motor importante como las de repetición, de acuerdo con las tesis de Naeser et al. (2002), la estimulación del HD debería ser perjudicial, no siendo así, si se defiende que juega un papel facilitador.

Estudio

Participante

Nuestra sujeto es DNR, una mujer de 78 años, ama de casa y costurera. Aprendió a leer y a escribir en la escuela de adultos, por lo que posee un nivel de estudios primarios. En el año 2014 sufrió un ictus isquémico agudo causado por un trombo en la arteria cerebral media izquierda, ocasionándole una afasia de tipo mixta y alteración de la motricidad de sus extremidades derechas. El TAC que se le realizó muestra una lesión temporo-parietal en el HI que afecta a algunas zonas del giro supramarginal y angular, así como algunas zonas del fascículo arqueado. En la actualidad asiste a sesiones de logopedia y recibe tratamiento farmacológico para la afasia, observándose una estabilización en sus funciones lingüísticas en los últimos meses.

En la primera evaluación realizada en noviembre de 2014, con la Batería para la Evaluación de los Trastornos Afásicos (BETA; Cuetos, 2009), la paciente mostró dificultades en las subpruebas de repetición de pseudopalabras (15/32), con errores fonológicos no-formales, denominación de objetos (4/30), cometiendo algunos errores semánticos y parafasias fonológicas formales, juicios de gramaticalidad (29/40) y emparejamiento oración hablada-dibujo (10/20). Solo en las subpruebas de discriminación de fonemas (28/32), emparejamiento palabra-hablada dibujo (28/30), repetición de palabras (30/32) y señalar las letras (17/20) obtuvo mejores resultados. Esto nos indica problemas tanto en producción como en comprensión sintáctica.

La segunda evaluación, un año más tarde, refleja puntuaciones similares en discriminación de fonemas (30/32), repetición de palabras (32/32) y señalar la letra (18/20). Sin embargo, seguía manteniendo dificultad en la repetición de pseudopalabras (16/32) y denominación de objetos (9/30). Además, en tareas como emparejamiento oración hablada-dibujo (9/20) y juicios de gramaticalidad (26/40), el rendimiento fue levemente inferior respecto a la primera evaluación.

De acuerdo con un modelo neurocognitivo de procesamiento (e.g., Cuetos y González-Nosti, 2009) las pruebas indican la preservación del sistema de análisis auditivo, léxico de input del habla y del sistema semántico, y sugiere ciertas dificultades en la producción a nivel del léxico de output de habla y de los patrones motores. La incidencia de errores fonológicos no-formales, podría sugerir también alteración del nivel fonémico, opción que no se descarta.

Materiales

En este estudio se ha realizado una medición conductual junto a cada montaje de estimulación eléctrica.

Medidas Conductuales

Se emplearon algunas subpruebas de la Batería para la Evaluación de los Trastornos Afásicos (BETA) de Cuetos y González-Nosti (2009). Esta batería permite evaluar todos los componentes del procesamiento lingüístico que se encuentran alterados en la afasia. Se compone de 6 bloques de 5 pruebas cada uno. Dado que nuestro objetivo es evaluar el impacto que tiene la tDCS sobre la producción oral, que es el principal componente afectado en nuestra paciente, hemos administrado las subpruebas de denominación de acciones y objetos, así como repetición de palabras y pseudopalabras. Además, también hemos utilizado la subprueba de juicios de gramaticalidad, que no exige producción oral y nos permite analizar el impacto de la estimulación sobre los procesos de carácter sintáctico. A continuación describimos las pruebas.

- Denominación de acciones. En muchas ocasiones se han mostrado disociaciones en la denominación de objetos y de acciones; es decir, pacientes que tienen dificultades para nombrar objetos pero nombran bien las acciones o pacientes en los que se observa justo el patrón contrario. Esta tarea está formada por 30 dibujos que representan acciones de la vida cotidiana y deben ser nombradas por el paciente.
- Denominación de objetos. Es la más utilizada para evaluar los trastornos de producción oral. Mide el nivel de producción así como la posible existencia de efectos específicos de categoría. Esta tarea se compone de 30 dibujos de los cuales la mitad corresponden a seres vivos y la otra mitad a objetos inanimados.
- Juicios de gramaticalidad. Destinada a evaluar los trastornos agramáticos, consiste en una serie de 40 oraciones, unas correctamente construidas y otras con anomalías gramaticales como cambios de los tiempos verbales o alteración del orden de las palabras. El paciente tiene que indicar si la oración que escucha es correcta gramaticalmente o no.
- Repetición de palabras. Esta prueba mide la capacidad de reproducir palabras que se presentan de forma auditiva, ya sea a través de las vías léxicas (para palabras) o utilizando las reglas de conversión acústico-fonológica (para palabras y

pseudopalabras). Consta de 32 estímulos, 16 de los cuales son palabras de frecuencia alta y 16 de frecuencia baja. La mitad de cada grupo son estímulos de longitud corta (4 o 5 fonemas) y la otra mitad de longitud larga (7 u 8 fonemas).

- Repetición de pseudopalabras. En combinación con el resto de tareas permite evaluar específicamente el mecanismo de conversión acústico-fonológico. Está formado por 30 pseudopalabras, la mitad de longitud corta (4 o 5 fonemas) y la otra mitad de longitud larga (7 u 8 fonemas).

Estimulación Eléctrica

La estimulación eléctrica se ha llevado a cabo con el electroestimulador StarStim de Neuroelectronics, que se usa tanto para medición de EEG como para la estimulación. Está formado por 8 canales y puede realizar 4 tipos de estimulación: tDCS (estimulación transcraneal de corriente directa), tACS (estimulación transcraneal de corriente alterna), tRNS (estimulación transcraneal “random noise”) y *sham*. Cada electrodo se puede configurar de forma independiente, pudiendo administrar cada uno de ellos hasta un máximo de ± 2 mA, con una precisión por debajo de 1 μ A. El voltaje que aplica varía de los -15V a los +15V. El estimulador se conecta por Bluetooth a un programa de ordenador, el Neuroelectronics Instrument Controller (NIC), a través del cual podemos controlar el estimulador.

Procedimiento

Se evaluó a la paciente durante 8 sesiones de estimulación distribuidas en 4 días y en 2 montajes diferentes, como se refleja en la tabla 1. Cada día de evaluación estaba separado del siguiente por al menos dos días. Las sesiones comenzaban con la colocación del gorro de estimulación en el que se insertaban los electrodos. Posteriormente, se activaba la estimulación correspondiente y se administraron las pruebas arriba descritas tal y como describimos a continuación.

Cada día, la paciente recibía una sesión de estimulación y una sesión *sham*, dejando un descanso de media hora entre cada una de ellas. Ni el examinador ni la paciente conocían qué condición se aplicaba, ya que se empleó una metodología de doble

ciego. Se pretendía que los resultados no pudieran verse influenciados de alguna manera por las expectativas de la paciente y/o examinador ante el tratamiento. De este modo, un segundo investigador era el encargado de manejar y controlar el estimulador.

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
1° sesión: <i>Sham</i>	3° sesión: tDCS HI + HD +	5° sesión: <i>Sham</i>	7° sesión: tDCS HI + HD -
2° sesión: tDCS HI + HD +	4° sesión: <i>Sham</i>	6° sesión: tDCS HI + HD -	8° sesión: <i>Sham</i>

Tabla 1. Distribución de las sesiones de estimulación.

Medidas conductuales

Una vez colocados los electrodos y con la estimulación activada, se procedía a la administración de las pruebas siguiendo las instrucciones que se indican en el manual (Cuetos y González-Nosti, 2009). Al comienzo de cada una de ellas, la paciente recibía las instrucciones, así como un par de ejemplos para practicar. En aquellos casos en los que la paciente no comprendía bien la tarea, se seguían mostrando ítems de prueba hasta estar seguros de que comprendía lo que tenía que hacer. Una vez comenzada la tarea, la paciente no recibió ningún tipo de explicación más.

Las pruebas siempre se pasaban en el mismo orden. En la primera tarea, la paciente debía repetir una lista de palabras y pseudopalabras que escuchaba previamente, una a una. A continuación, la paciente tenía que nombrar una serie de objetos y acciones por confrontación visual. En aquellos casos en los que la paciente tenía excesiva dificultad para denominar, se le facilitaban pistas fonológicas. Por último, la paciente tenía que escuchar una serie de oraciones y decidir si eran correctas gramaticalmente o no.

Para la puntuación de las pruebas se siguió el procedimiento descrito en el test. Se valoraban siempre las respuestas iniciales de la paciente salvo que hubiera una autocorrección espontánea en los primeros segundos tras la respuesta. Las respuestas se valoraron como correctas o incorrectas teniendo en cuenta la respuesta proporcionada en

primer lugar al presentarse el estímulo, salvo que se produjera una corrección espontánea inmediata.

Estimulación Eléctrica

En las sesiones de estimulación activa, se proporcionaba estimulación con una intensidad de 1mA durante 25 minutos. En el primer montaje (HI+HD+), el HI recibía estimulación positiva (FC5 según el sistema internacional 10-20) al igual que su área homóloga contralateral (FC6 según el sistema internacional 10-20), quedando ambos hemisferios bajo un ánodo. En el segundo montaje (HI+HD-), el HI (FC5) seguía recibiendo estimulación positiva, pero en este caso, el HD (FC6) recibía estimulación negativa, quedando este bajo un cátodo. Las condiciones de estimulación se administraron siguiendo un procedimiento de doble ciego: ni la paciente, ni la aplicadora de las pruebas conocía la estimulación que se estaba aplicando, siendo el tutor de este TFG el encargado de la administración de la corriente eléctrica a través del sistema Starstim.

Como hemos comentado anteriormente, la colocación de los electrodos implica un flujo de corriente del polo positivo al negativo, por lo que en el montaje HI+HD+ era necesario colocar un electrodo de retorno en cada uno de los hombros. Además, en las sesiones en las que a la paciente se le administraba el montaje HI+HD-, también se le colocaban estos electrodos, aunque no eran necesarios, con el fin de evitar diferencias entre los montajes y que la paciente o la administradora pudiera identificar los montajes.

Cada una de las sesiones de estimulación se contrabalanceó con una condición *sham* para poder comparar los resultados con una medida de control. En la estimulación *sham* de cada montaje, se proporcionaba estimulación correspondiente (HI+HD- o HI+HD+) durante 15 segundos al inicio de la estimulación y posteriormente se desconectaba la estimulación. De esta forma se trata de conseguir que el sujeto no distinga la estimulación *sham* de la activa. De manera informal se le preguntó a la paciente sobre la estimulación y no reportó diferencias entre las condiciones *sham* y activas.

Resultados

Para el cálculo del rendimiento global se sumaron los resultados obtenidos en cada sesión de cada condición, es decir, se sumaron los datos obtenidos en las dos sesiones de estimulación ++, los de las correspondientes sesiones sham ++, los de las sesiones de estimulación +- y las dos sesiones sham +-. Esto se realizó, gracias a que, como se mostrará a continuación, no se observaron diferencias significativas entre tales condiciones. Los resultados en términos de porcentajes se muestran en la tabla 2.

Para el análisis de los datos se usaron los estadísticos Tau y Tau-U, son estadísticos no-paramétricos derivados de la prueba de rangos de Kendall y de la U de Mann-Whitney. Son medidas de no-solapamiento y no están sujetas a la obligación de presentar una distribución concreta (e.g., distribución normal). Mientras que Tau es una medida simple de solapamiento, es decir, de diferencias entre datos, Tau-U tiene la ventaja añadida de controlar la existencia de tendencias, incrementos o decrementos, en la línea base e incluso en la fase de tratamiento (Parker, Vannest, Davis & Sauber, 2011). Los índices Tau deben entenderse como la proporción de mejora (o de empeoramiento, si el índice es negativo) de la fase de intervención comparado con la de línea base. Está especialmente diseñado para el estudio de tratamientos en estudios de caso único (e.g., Galleta & Vogel-Eyny, 2015). Inicialmente se realizaron comparaciones con el estadístico Tau para analizar la posible existencia de diferencias entre las dos sesiones de cada condición (e.g., sham1++ y sham2++). Como no se dieron diferencias entre estas condiciones, los datos se colapsaron para las posteriores comparaciones. Se realizaron análisis comparando cada condición de estimulación activa con su correspondiente sesión de estimulación sham en cada una de las tareas experimentales mediante el estadístico Tau-U, es decir, controlando la posible existencia de tendencias en la línea base. Esta comparación permite ver el efecto de la estimulación activa sobre la ausencia de la misma, es decir, sobre la condición sham. Posteriormente se compararon las ganancias o pérdidas obtenidas con cada una de las estimulaciones activas (para ello se restó a cada condición activa su condición sham) con el objetivo de identificar si es la mera estimulación activa (de cualquier polaridad) la responsable de los beneficios o es el montaje concreto empleado, HI+HD+ o HI +HD-, el responsable de los mismos.

Para los análisis se empleó la calculadora Tau-U (ver Vannest, Parker, Gonen & Adiguzel, 2016) disponible en <http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u>.

Denominación de acciones

Antes de iniciar las comparaciones entre condiciones, se analizó si existían diferencias entre las dos sesiones de estimulación *sham* (*sham* 1 y *sham* 2) y las de las condiciones de estimulación activa HD+HI+. El análisis muestra, como era de esperar, ausencia de diferencias significativas, tanto entre las dos sesiones *sham*, $Tau=0.033$, $Z=0.221$, $p=.824$, como en las dos condiciones de estimulación HI+HD+, $Tau=0.1$, $Z=-0.6653$, $p=0.5059$. En consecuencia se colapsaron los datos de ambas sesiones en cada una de las condiciones. Los resultados de la comparación entre la condición *sham* y la condición HI+HD+, a través del estadístico Tau-U se muestra en la tabla 2. Como puede observarse, el montaje HI+HD+ tiene un efecto detrimental sobre la denominación de verbos, es decir, comparado con su condición *sham* el rendimiento de la paciente decrece significativamente desde una proporción de acierto de 0.58 a 0.42.

Al comparar las dos sesiones *sham* y las dos sesiones de estimulación activa en la condición HI+HD- tampoco se encontraron diferencias, respectivamente, $Tau=0.167$, $Z=1.108$, $p=.267$, $Tau=0.033$, $Z=0.221$, $p=.824$. En consecuencia, al igual que en la condición anterior, se colapsaron los datos de ambas sesiones de forma previa a la comparación entre *sham* y la estimulación activa. El análisis de esa comparación mostró que a pesar de que la proporción de aciertos es mayor en la condición de estimulación HI+HD-, esta no tuvo efectos significativos sobre la denominación de verbos (ver tabla 2).

Para analizar si una estimulación es mejor que otra, se compararon los efectos de ambas estimulaciones. Para ello se restaron en cada una de las condiciones los resultados de la estimulación *sham* o los de la estimulación activa y posteriormente se compararon estos efectos (se consideró línea base aquel efecto que fuera menor en términos absolutos). Como era de esperar, vistos los resultados anteriores, se observaron diferencias entre los dos tratamientos, que en este caso indican que con el montaje HI+HD+ se produce un efecto negativo mayor que el que produce la estimulación con el montaje HI+HD- (ver tabla 2). Es decir, el efecto detractor de la estimulación HI+HD+ no se debe a la mera presencia de estimulación activa, sino que es dependiente del montaje, e indica que la estimulación positiva del lado derecho tiene efectos detractores

comparados tanto con una condición *sham* como con una condición de estimulación HI+HD-.

Denominación de Objetos

No se observaron diferencias entre las dos estimulaciones *sham* y las dos estimulaciones activas de la condición HI+HD+, respectivamente, $Tau=0.1$, $Z=0.665$, $p=.506$ y $Tau=-0.1$, $Z=-0.665$, $p=.506$, por lo que se colapsaron los datos de ambas sesiones. A pesar de un leve incremento en el número de aciertos, la comparación entre la condición HI+HD+ y su correspondiente *sham*, no resultó significativa (ver tabla 2).

En cuanto al análisis de los resultados en la condición HI+HD-, se colapsaron los datos dado que no existían diferencias entre las sesiones *sham*, $Tau=0.2$, $Z=1.331$, $p=.183$, ni tampoco entre las sesiones de estimulación activa +-, $Tau=0.067$, $Z=-0.443$, $p=.657$. La posterior comparación no muestra diferencias entre la condición *sham* y la activa (ver tabla 2).

Cuando se comparó la ganancia obtenida en ambos tipos de estimulación, no se observaron diferencias significativas, las ganancias, no significativas, obtenidas en ambos casos no diferían si se administraba estimulación HI+HD+ o HI +HD-.

Juicios de Gramaticalidad

Las comparaciones no mostraron diferencias entre las sesiones de estimulación *sham*, $Tau=0.05$, $Z=0.385$, $p=0.7$, y las sesiones de estimulación HI+HD+, $Tau=0.125$, $Z=-0.962$, $p=.336$, por lo que se colapsaron los datos de ambas sesiones. Posteriormente se comparó la estimulación activa con la *sham*. A pesar que la mejora es casi del 7%, los resultados muestran que la estimulación activa no difería en sus efectos de lo obtenido en la condición *sham* (ver tabla 2).

En el caso de la estimulación *sham* y activa HI+HD-, también se colapsaron los datos de las dos sesiones al no existir diferencias ni entre las dos sesiones *sham*, $Tau=-0.025$, $Z=-0.192$, $p=.847$, ni entre las dos sesiones de estimulación activa HI+HD-, $Tau=0$, $Z=0$, $p=.99$. La comparación entre la condición *sham* y la activa, no arrojó diferencias significativas (ver tabla 2).

Al igual que en el caso de la denominación de objetos, no se encontraron diferencias significativas entre el tamaño de los efectos de estimulación activa (ver tabla 2).

Repetición de Palabras

En la condición HI+HD+ no se observaron diferencias entre las sesiones *sham* por un lado, $Tau=-0.094$, $Z=-0.644$, $p=.519$, y de estimulación activa por otro, $Tau=-0.094$, $Z=-0.644$, $p=.519$, así que antes de comparar una con otra se colapsaron los datos de las sesiones. La comparación *sham* versus estimulación HI+HD+ no resultó significativa (ver tabla 2).

No se hallaron diferencias entre las sesiones *sham*, $Tau=-0.062$, $Z=-0.430$, $p=.667$, ni entre las sesiones de estimulación HI+HD-, $Tau=0$, $Z=0$, $p=.99$. La comparación *sham* vs estimulación activa con los datos colapsados no arrojó diferencias significativas (ver tabla 2).

Finalmente, no se encontraron diferencias en los tamaños, ambos no significativos, de las estimulaciones activas, HI+HD+ vs HI+HD- (ver tabla 2).

Repetición de Pseudopalabras

La comparación de las sesiones *sham* y estimulación activa de la condición HI+HD+ mostró ausencia de diferencias significativas, tanto entre las dos sesiones *sham*, $Tau=-0.033$, $Z=-0.222$, $p=.824$, como entre las dos condiciones de estimulación HI+HD+, $Tau=-0.067$, $Z=0.4435$, $p=0.657$. Una vez colapsadas ambas sesiones, la comparación entre la condición *sham* y la condición HI+HD+, no mostró efectos significativos (ver tabla 2).

El análisis de los resultados en la condición HI+HD- mostró resultados similares. La comparación de las sesiones mostró ausencia de diferencias tanto en la condición *sham*, $Tau=0$, $Z=0$, $p=.99$, como en la condición de estimulación activa, $Tau=-0.1$, $Z=-0.6653$, $p=0.5059$. La comparación de las condición *sham* y activa no mostró diferencias significativas (ver tabla 2).

Cuando se comparó el tamaño de los efectos de ambas estimulaciones, tampoco se encontraron diferencias (ver tabla 2).

Tarea	Comparación	Tau	Z	P
Denominación de Verbos	Sham vs ++	-0.2331	-2.2018	0.0277
	Sham vs +-	0.0581	0.5485	0.5834
	+- vs ++	0.2656	2.5088	0.0121
Denominación de Objetos	Sham vs ++	0.0558	0.5275	0.5979
	Sham vs +-	0.0489	0.4619	0.6442
	+- vs ++	0.015	0.1417	0.8873
Juicios de Gramaticalidad	Sham vs ++	0.0638	0.6962	0.4863
	Sham vs +-	0.0489	0.4619	0.6442
	+- vs ++	0.0314	0.343	0.7316
Repetición de Palabras	Sham vs ++	0.0334	0.3264	0.7441
	Sham vs +-	0.1255	1.2248	0.2207
	+- vs ++	0.0532	0.5194	0.6034
Repetición de Pseudopalabras	Sham vs ++	-0.0169	-0.1601	0.8728
	Sham vs +-	-0.0261	-0.2467	0.8052
	+- vs ++	-0.0186	-0.1758	0.8604

Tabla 2. Resultados de las comparaciones en las diferentes tareas entre las condiciones de estimulación activa y su correspondiente activación sham y comparación del tamaño de las ganancias obtenidas en cada uno de los tratamientos. En negrita los resultados significativos ($p < .05$).

Discusión

El objetivo de esta investigación era analizar el papel del HD en la rehabilitación de distintos comportamientos lingüísticos; repetición, denominación y juicios de gramaticalidad en una paciente con afasia. Para ello se usaron diferentes montajes, HI+HD+ y HI+HD- y sus correspondientes condiciones *sham*. En los resultados expuestos en el epígrafe anterior se observa que en la mayoría de las tareas la estimulación eléctrica, bien HI+HD+ o HI+HD-, comparada con la condición *sham* no produce efectos. Aunque en la mayoría de los casos, como son la denominación de objetos, juicios de gramaticalidad y repetición de palabras, se puede observar una mejora (ver figuras 2, 3 y 4), esta no llega a ser significativa. Se da una leve reducción en el rendimiento, no significativa, en las tareas de repetición de pseudopalabras para ambos montajes (ver figura 5). El dato más relevante es que se produce un decremento significativo en denominación de acciones para el montaje HI+HD+ (ver figura 1). A continuación comentamos con más detalle los resultados en cada tarea.

El resultado más interesante de todos lo encontramos en la tarea de denominación de acciones (ver figura 1). Si bien en el caso del montaje HI+HD-, encontramos un aumento no significativo en la proporción de aciertos de un 3,33%, en el montaje HI+HD+, al compararlo con su condición *sham*, aparece una pérdida significativa del 16,66%.

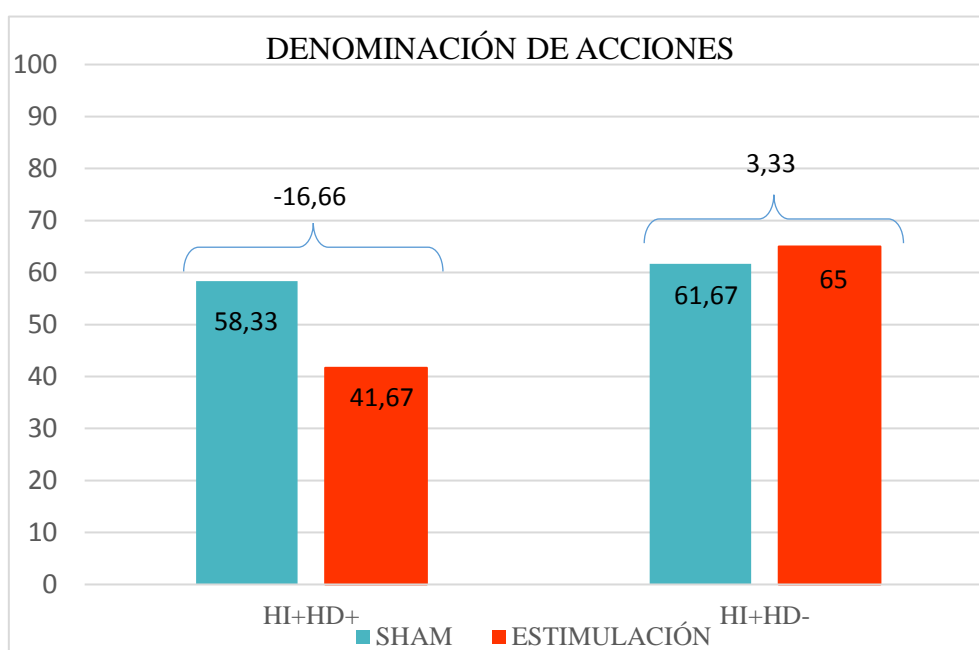


Figura 1. Gráfica de los resultados en porcentajes de la tarea de denominación de acciones.

Estos resultados indican que el montaje HI+HD+ empeora el rendimiento en comparación con la ausencia de estimulación. Cuando se compara la estimulación HI+HD+ con el montaje HI+HD- las diferencias son también significativas, la estimulación HI+HD+ tiene efectos negativos cuando se compara con otra estimulación activa, que en este caso estimula negativamente el lado derecho.

En la tarea de denominación de objetos encontramos que en ambas condiciones de estimulación activa se aprecia un leve incremento del número de aciertos si se compara con la condición *sham* (una ganancia del 6,67% para el montaje HI+HD+ y del 6,66% para el montaje HI+HD-), pero las diferencias no son significativas. Como se puede apreciar, ambos montajes tienen efectos similares pero no son suficientes para poder concluir que son efectivos.

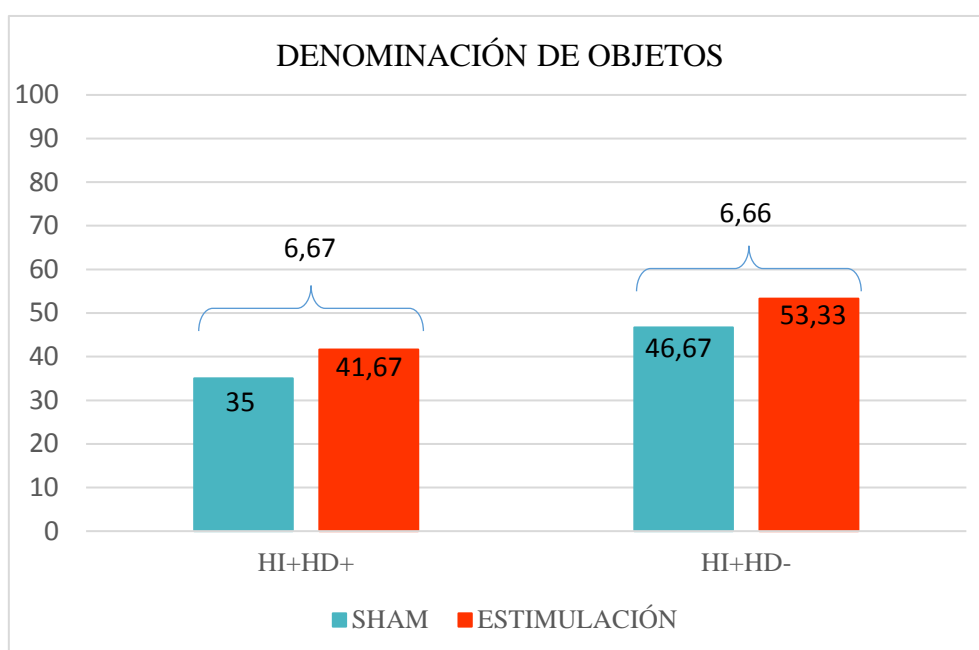


Figura 2. Gráfica de los resultados en porcentajes de la tarea de denominación de objetos.

Con respecto a la tarea de juicios de gramaticalidad, encontramos diferencias en ambas condiciones de estimulación activa en comparación con la condición de *sham* (una ganancia del 6,25% en el caso del montaje HI+HD+ y una ganancia del 1,25% en el montaje HI+HD-) aunque en ninguno de los casos los efectos son significativos. Si bien la diferencia es mayor para el montaje HI+HD+ (un incremento del 5% con respecto al montaje HI+HD-), tampoco es significativa. Es posible que el buen rendimiento que se observa ya en la condición *sham* de la paciente en esta tarea, un 80% de aciertos, de poco margen a la mejora, de modo que el incremento que se produce no sea suficiente para que

sea significativo. Es posible además, que estas puntuaciones no hayan permitido observar una mayor mejora que pudiera ser significativa con la estimulación HI+HD+. En este caso los datos sugerirían que la estimulación + del HD facilitaría las tareas de juicio de gramaticalidad. Futuros estudios tendrán que evaluar esta posibilidad, pues la visión general es que la sintaxis es básicamente una función del hemisferio izquierdo. Aunque nuestros datos muestren una tendencia en sentido contrario, el análisis de los datos no permite afirmar que los montajes activos sean mejores que la condición *sham* ni que exista diferencias entre estos montajes.

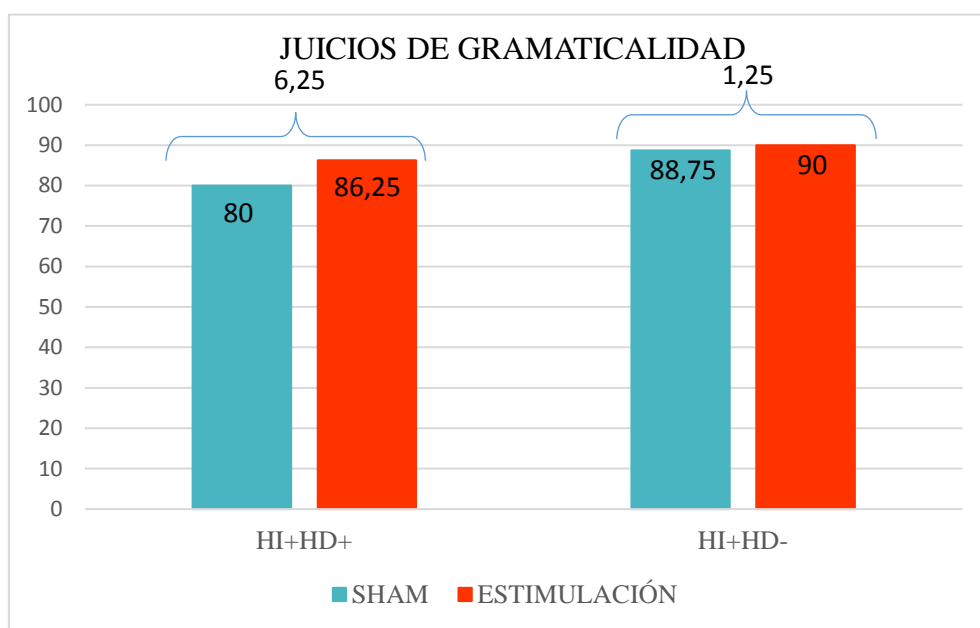


Figura 3. Gráfica de los resultados en porcentajes de la tarea de juicios de gramaticalidad.

La tarea de repetición de palabras muestra diferencias no significativas entre las condiciones de estimulación activa y *sham* (un aumento del 3,12% en la estimulación HI+HD+ y un aumento del 12,5% en la estimulación HI+HD-). Esta ganancia de 9,38% indica una mejora de la estimulación HI+HD- frente a la estimulación HI+HD+, aunque como ya hemos indicado, no es una mejora significativa.

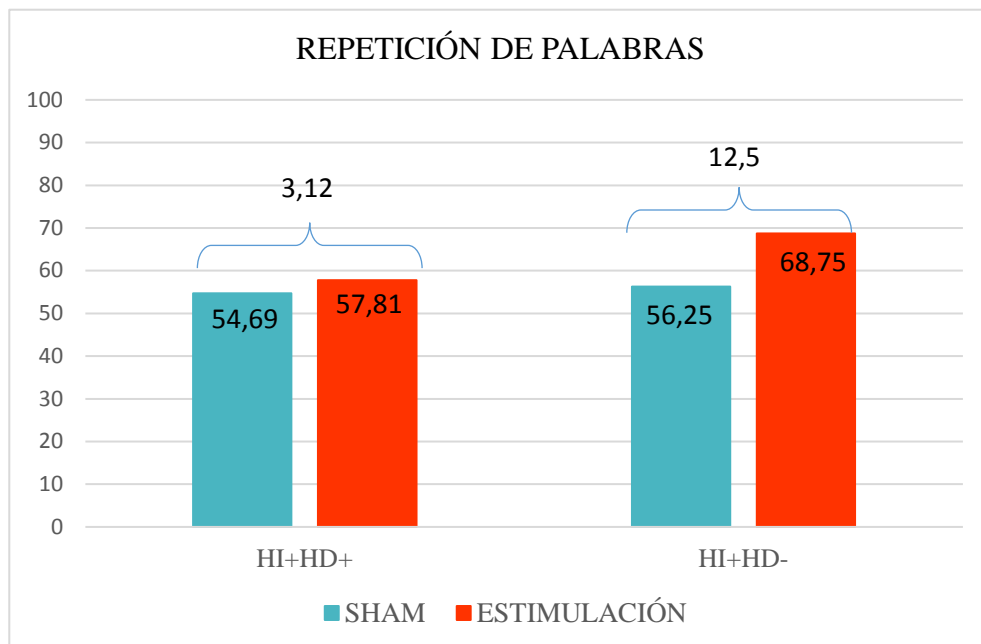


Figura 4. Gráfica de los resultados en porcentajes de la tarea de repetición de palabras.

Por último, en la tarea de repetición de pseudopalabras, al comparar los resultados entre las condiciones de estimulación activa y las condiciones *sham*, podemos observar que las diferencias no resultan significativas, en ambos casos suponen una muy leve pérdida (descenso del 1,66% en el montaje HI+HD+ y descenso del -1,67% en el montaje HI+HD-). Podemos concluir que no existe diferencia alguna entre la estimulación (ya sea positiva o negativa) y la condición *sham*.

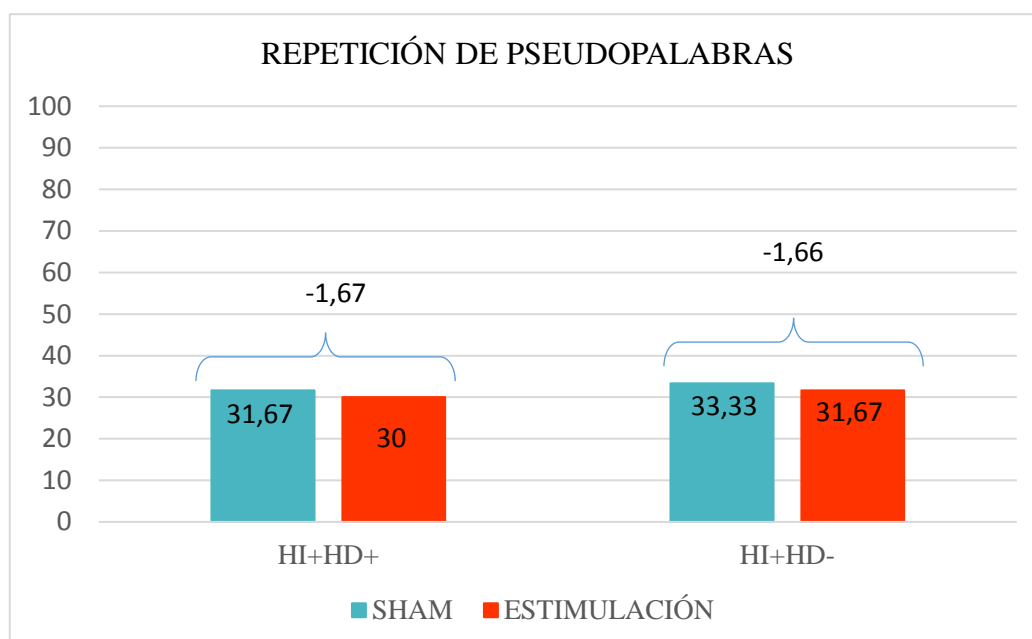


Figura 5. Gráfica de los resultados en porcentajes de la tarea de repetición de pseudopalabras.

En general, solo una tarea ha resultado ser estadísticamente significativa: la pérdida para el montaje HI+HD+ en la tarea de denominación de acciones. Esta diferencia significativa indica que al estimular positivamente el HD se produce un efecto inhibitorio para los verbos, apoyando la idea, por tanto, de que el HD tiene un papel perjudicial en la recuperación de verbos. Estos resultados son contrarios a lo que predicen autores como Kemmerer (2015), que encuentra que el montaje HI+HD+ es beneficioso para los verbos pero no para los objetos. El hecho de que solo encontremos efectos significativos en esta tarea, sugiere que la organización de las funciones para la denominación de los verbos podría ser diferente que para las tareas de repetición, juicios de gramaticalidad y denominación de objetos. De hecho, Kemmerer (2015) encontró que los verbos están representados en ambos hemisferios mientras que los nombres se asocian más al HI, al igual que la comprensión de oraciones (Friederici, 2002). Aunque los resultados en juicios de gramaticalidad, en los que se observa una mejora considerable, aunque no significativa, con el montaje HI+HD+, resultan extraños, puesto que como hemos indicado anteriormente, la sintaxis se considera claramente una función propia del HI y no del HD. Esta ganancia puede deberse a la estimulación positiva de estructuras como el giro frontal inferior, que es relevante para la función ejecutiva, de forma que ambos hemisferios podrían estar facilitando la decisión en la tarea de juicio gramaticalidad. Debe recordarse que es la única tarea en la que se exige al paciente una toma de decisiones y que, dado que la oración se presenta de forma oral, implica una alta demanda de memoria operativa.

Por otra parte, parece interesante la diferencia encontrada entre ambas tareas de repetición. El hecho de que se produzca una ganancia considerable, aunque no significativa, en la tarea de repetición de palabras y no en la repetición de pseudopalabras, parece indicar que la estimulación podría estar favoreciendo la activación del léxico.

En definitiva, en general, la tDCS no ha mostrado ser mejor que la condición *sham* en este estudio. Un estudio reciente sugiere que los efectos de la estimulación eléctrica si bien son robustos en las comparaciones de grupo, muestran escasa fiabilidad test-retest en casos individuales (Dyke, Kim, Jackson & Jackson, 2016). Es posible, por tanto, que esa falta de fiabilidad esté afectando a nuestros datos y sean necesarios más sujetos para abordar la cuestión que este estudio trata de abordar. En consonancia con lo anterior, otro dato que cuestiona la efectividad de la estimulación eléctrica es aportado por Wietohff,

Hamada y Rothwell (2014), donde la tDCS catodal (10 min, 2 mA) no arrojó efectos significativos.

El hecho de que apenas hayamos obtenido efectos significativos puede deberse a factores como la poca potencia del estudio, ya que las mediciones se realizaron en 4 días distintos. Es posible que el empleo de un mayor número de sesiones nos hubiera proporcionado evidencias más favorables sobre los efectos de la estimulación eléctrica online. Otro factor a tener en cuenta son las diferencias individuales. Autores como Bikson, Datta y Rahman (2012) proponen que ciertas características anatómicas (como el grosor o densidad del cráneo) influyen en el flujo de corriente, mientras que otros autores apoyan la idea de que la edad (Fujiyama, Hyde, Hinder y Summers, 2014) o incluso el perfil genético (Li, Uehara y Hanakawa, 2015) pueden influir en los resultados. Por último, otro posible problema es la intensidad con la que se estimuló a la paciente. Según Iyer et al. (2005), en caso de aplicar intensidades inferiores a 2 mA, pueden no aparecer efectos.

De acuerdo con nuestros resultados, el HD parece tener un papel perjudicial en la recuperación de verbos. En el resto de tareas, la estimulación no ha resultado ser efectiva. Consideramos que sería interesante investigar qué resultados se pueden obtener si se administrara un mayor número de sesiones y se aumentara la intensidad de la estimulación.

Referencias

- Aguiar, V., Paolazzi, C. L., & Miceli, G. (2015) tDCS in post-stroke aphasia: the role of stimulation parameters, behavioral treatment and patient characteristics. *Cortex*, 63, 296-316.
- Antal, A., Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2001). External modulation of visual perception in humans. *Neuroreport*, 12(16), 3553-3555.
- Ardila, A. (2005). *Las afasias*. México: Universidad de Guadalajara.
- Baker, J. M., Rorden, C., & Fridriksson, J. (2010). Using transcranial direct current stimulation (tDCS) to treat stroke patients with aphasia. *Stroke*, 41(6), 1229-1236.
- Barroso, J., y Nieto, A. (1996). Asimetría cerebral: Hemisferio derecho y lenguaje. *Psicología Conductual*, 4(3), 285-305.
- Basso, A., Gardelli, M., Grassi, M. P., & Mariotti, M. (1989). The role of the right hemisphere in recovery from aphasia. Two case studies. *Cortex*. 25(4), 555–566.
- Belin, P., Van Eeckhout, P., Zilbovicius, M., Remy, P., François, C., Guillaume, S., Chain, F., Rancurel, G., & Samson, Y. (1996). Recovery from nonfluent aphasia after melodic intonation therapy: a PET study. *Neurology*, 47(6), 1504-1511.
- Berthier, M. L. (2005). Poststroke aphasia: Epidemiology, pathophysiology and treatment. *Drugs & Aging*, 22(2), 163-182.
- Berthier, M. L., García-Casares, N., Walsh, F. S., Nabrozidis, A., Ruíz de la Mier, J. R., Green, C., Dávila, G., Gutierrez, A., & Pulvermüller, F. (2011). Recovery from Post-stroke Aphasia: Lessons from Brain Imaging and Implications for Rehabilitation and Biological Treatments. *Discovery Medicine*, 12(65), 275-289.
- Bikson, M., Rahman, A., & Datta, A. (2012). Computational models of transcranial direct current stimulation. *Clinical EEG and neuroscience*, 43(3), 176-183.
- Boggio, P. S., Nunes, A., Rigonatti, S. P., Nitsche, M. A., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2007). Repeated sessions of noninvasive brain DC stimulation is associated with motor function improvement in stroke patients. *Restorative neurology and neuroscience*, 25(2), 123- 129.

- Cattaneo, Z., Pisoni, A., & Papagno, C. (2011). Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. *Neuroscience*, 2(183), 64-70.
- Cavas, M., y Navarro, J. F. (2005). Tratamiento farmacológico de las afasias. *Psiquiatría Biológica*, 12(3), 117-122.
- Cohen Kadosh, R., Soskic, S., Iuculano, T., Kanai, R., & Walsh, V. (2010). Modulating neuronal activity produces specific and long-lasting changes in numerical competence. *Current Biology*, 20(2), 2016-2020.
- Cuetos, F. y González-Nosti, M. (2009). *Batería para la Evaluación de los Trastornos Afásicos*, BETA. Madrid: EOS.
- Daffertshofer, A., Peper, C. L., & Beek, P. J. (2005). Stabilization of bimanual coordination due to active interhemispheric inhibition: a dynamical account. *Biological Cybernetic*, 92(2), 101-109.
- Damasio, A. R., & Tranel, D. (1993). Nouns and verbs are retrieved with differently distributed neural systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90, 4957-4960.
- Díaz-Guzmán, J., Egido, J. A., Gabriel-Sánchez, R., Barberá-Comes, G., Fuentes-Gimeno, B., Fernández-Pérez, C. (2012). Stroke and transient ischemic attack incidence rate in Spain: the IBERICTUS study. *Cerebrovascular Diseases Journal*, 34(4), 272-281.
- Dyke, K., Kim, S., Kackson, G. M., & Jackson, S.R. (2016). Intra-Subject Consistency and Reliability of Response Following 2 mA Transcranial Direct Current Stimulation. *Brain Stimulation*, 9(6), 819-825.
- Fertonani, A., Rosini, S., Cotelli, M., Rossini, P. M., & Miniussi. (2010). Naming facilitation induced by transcranial direct current stimulation. *Behavioural Brain Research*, 208(2), 311-318.
- Filmer, H. L., Dux, P. E., & Mattingley, J. B. (2014). Applications of transcranial direct current stimulation for understanding brain function. *Trends in Neurosciences*, 37(12), 742-753.

- Fiori, V., Coccia, M., Marinelli, C. V., Vecchi, V., Bonifazi, S., Ceravolo, M. G., Provinciali, L., Tomaiuolo, F., & Marangolo, P. (2011). Transcranial direct current stimulation improves word retrieval in healthy and nonfluent aphasic subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(9), 2309-2323.
- Flöel, A., Meinzer, M., Kirstein, R., Nijhof, S., Deppe, M., Knecht, S., & Breitenstein, C. (2011). Short-term anomia training and electrical brain stimulation. *Stroke*, 42(7), 2065-2067.
- Fregni, F., Boggio, P. S., Valle, A. C., Rocha, R. R., Duarte, J., Ferreira, M. J., Wagner, T., Fecteau, S., Rigonatti, S. P., Riberto, M., Freedman, S. D., & Pascual-Leone, A. (2006). A sham-controlled trial of a 5-day course of repetitive transcranial magnetic stimulation of the unaffected hemisphere in stroke patients. *Stroke*, 37(8), 2115-2122.
- Fridriksson, J., Richardson, J. D., Baker, J. M., & Rorden, C. (2011). Transcranial direct current stimulation improves naming reaction time in fluent aphasia: a double blind, sham-controlled study. *Stroke*, 42(3), 819-821.
- Fridriksson, J., Richardson, J. D., Fillmore, P., & Cai, B. (2012). Left hemisphere plasticity and aphasia recovery. *NeuroImage*, 60(2), 854-863.
- Friederici, A. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Science*, 6, 78-84.
- Fujiyama, H., Hyde, J., Hinder, M. R., Kim, S. J., McCormack, G. H., Vickers, J. C., & Summers, J. J. (2014). Delayed plastic responses to anodal tDCS in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6(6), 115.
- Gainotti, G. (1993). The riddle of the right hemisphere's contribution to the recovery of language. *European Journal of disorders of communication*, 28(2), 227-246.
- Hamilton, R. H., Evangelia, G., Chrysikou, E. G., & Coslett, B. (2011). Mechanisms of aphasia recovery after stroke and the role of noninvasive brain stimulation. *Brain and Language*, 118(1-2), 40-50.

- Heiss, W. D., & Thiel, A. (2006). A proposed regional hierarchy in recovery of post-stroke aphasia. *Brain and Language*, 98(1), 118-123.
- Iyer, M. B., Mattu, U., Grafma, J., Lomarev, M., Sato, S., & Wassermann, E. M. (2005). Safety and cognitive effect of frontal DC brain polarization in healthy individuals. *Neurology*, 64(5), 872.
- Kang, E. K., Kim, Y. K., Sohn, H. M., Cohen, L. G., & Paik, N. J. (2011). Improved picture naming in aphasia patients treated with catodal tDCS to inhibit the right Broca's homologue area. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 29(3), 141-152.
- Karbe, H., Thiel, A., Weber-Luxemburger, G., Herholz, K., Kessler, J., & Heiss, W. D. (1998). Brain plasticity in poststroke aphasia: what is the contribution of the right hemisphere? *Brain and Language*, 64(2), 215-230.
- Kemmerer, D. (2015). *Cognitive neuroscience of language*. New York: Psychology Press.
- Kuo, H. L., Bikson, M., Datta, A., Minhas, P., Paulus, W., Kuo, M. F., & Nitsche, M.A. (2013). Comparing cortical plasticity induced by conventional and high-definition 4x1 ring tDCS: A neurophysiological study. *Brain Stimulation*, 6(4), 644-648.
- Laska, A. C., Hellblom, A., Murray, V., Kahan, T., & Von Arbin, M. (2001). Aphasia in acute stroke and relation to outcome. *Journal of Internal Medicine*, 249(5), 413-422.
- Lazar, R. M., Speizer, A. E., Festa, J. R., Krakauer, J. W., & Marshall, R. S. (2008). Variability in language recovery after first-time stroke. *Journal of Neurology, neurosurgery and psychiatry*. 79(5), 530-534.
- Lee, S., Cheon, H., Yoon, K., Chang, W., & Kim, Y. (2013). Effects of dual transcranial direct current stimulation for aphasia in chronic stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 37(5), 603-610.
- Li, L. M., Uehara, K., & Hanakawa, T. (2015). The contribution of interindividual factors to variability of response in transcranial direct current stimulation studies. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 12(9), 181.

- Liebetanz, D., Nitsche, M. A., Tergau, F., & Paulus, W. (2002). Pharmacological approach to the mechanisms of transcranial DC-stimulation-induced after-effects of human motor cortex excitability. *Brain: A Journal of Neurology*, *125*(10), 2238-2247.
- Luzzatti, C., Raggi, R., Zonca, G., Pistarini, C., Contardi, A., & Pinna G. D. (2002). Verb-noun double dissociation in aphasic lexical impairments: the role of word frequency and imageability. *Brain and Language*, *81*(1-3), 432-444.
- Martin, P. I., Naeser, M. A., Theoret, H., Tormos, J. M., Nicholas, M., Kurland, J., Fregni, F., Seekins, H., Doron, K., & Pascual-Leone, A. (2004). Transcranial magnetic stimulation as a complementary treatment for aphasia. *Seminars in Speech Language*, *25*(2), 181–91.
- Medeiros, L. F., de Souza, I., Vidor, L. P., de Souza, A., Deitos, a., Volz, M. S., Fregni, F., Caumo, W., & Torres, I. L. (2012). Neurobiological effects of transcranial direct current stimulation: a review. *Frontiers in Psychiatry*, *3*, 110.
- Meinzer, M., Flaisch, T., Breitenstein, C., Wienbruch, c., Elbert, T., & Rockstroh, B. (2008). Functional re-recruitment of dysfunctional brain areas predicts language recovery in chronic aphasia. *NeuroImage*, *39*, 2038–2046.
- Meinzer, M., Jähnigen, S., Copland, D. A., Darkow, R., Grittner, U., Avirame, K., Rodríguez, A. D., Lindenberg, R., & Flöel, A. (2014). Transcranial direct current stimulation over multiple days improves learning and maintenance of a novel vocabulary. *Cortex*, *50*, 137-147.
- Monte-Silva, K., Kuo, M. F., Hesseenthaler, S., Fresnoza, S., Liebetanz, D., Paulus, W., & Nitsche, M. A. (2013). Induction of late LTP-like plasticity in the human motor cortex by repeated non-invasive brain stimulation. *Brain Stimulation*, *6*(3), 424-432.
- Monti, A., Ferrucci, R., Fumagalli, M., Mameli, F., Cogiamanian, F., Ardolino, G., Priori, A. (2012). Transcranial direct current stimulation (tDCS) and language. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, *84*(8), 832-842.
- Naeser, M. A., Martin, P. I., Nicholas, M., Baker, E. H., Seekins, H., Kobayashi, M., Theoret, H., Fregni, F., Maria-Tormos, J., Kurland, J., Doron, K. W., & Pascual-

- Leone, A. (2005). Improved picture naming in chronic aphasia after TMS to part of right Broca's area: an open-protocol study. *Brain and Language*, 93(1), 95–105.
- Nicolosi, L., Harryman, E., & Kresheck, J. (2004). *Terminology of Communication Disorders: Speech-language-hearing* (5th. Ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation, *The Journal of Physiology*, 527(3), 633-639.
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*, 57, 1899-1901.
- Nitsche, M. A., Liebetanz, D., Lang, N., Antal, A., Tergau, F., & Paulus, W. (2003). Safety criteria for transcranial direct current stimulation (tDCS) in humans. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 114(11), 2220-2222.
- Nitsche, M. A., Liebetanz, D., Schlitterlau, A., Henschke, U., Fricke, K., Frommann, K., Lang, N., Henning, S., Paulus, W., & Tergau, F. (2004). GABAergic modulation of DC stimulation-induced motor cortex excitability shifts in humans. *European Journal of Neuroscience*, 19(10), 2720-2726.
- Nitsche, M. A., Seeber, A., Frommann, K., Klein, C. C., Rochford, C., Nitsche, M. S., Fricke, K., Liebetanz, D., Lang, N., Antal, A., Paulus, W., & Tergau, F. (2005). Modulating parameters of excitability during and after transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. *The Journal of Physiology*, 568(1), 291-303.
- Pal, P. K., Hanajima, R., Gunraj, C. A., Li, J. Y., Wagle-Shukla, A., Morgante, F., & Chen, R. (2005). Effect of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on interhemispheric inhibition. *The Journal of Neurophysiology*, 94(3), 1668–1675.
- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L., Sauber, S. B. (2011). Combining nonoverlap and trend for single-case research: Tau-U. *Behavior Therapy*, 42(2), 284-299.

- Postman-Caucheteux, W.A., Birn, R. M., Pursley, R. H., Butman, J.A., Solomon, J.M., Picchioni, D., McArdle, J., & Braun, A. R. Single-trial fMRI shows contralesional activity linked to overt naming errors in chronic aphasic patients. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(6), 1299-1318.
- Prehn, K. & Flöel, A. (2015). Potentials and limits to enhance cognitive functions in healthy and pathological aging by tDCS. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 9, 355.
- Priori, A., Berardelli, A., Rona, S., Accornero, N., & Manfredi, M. (1998). Polarization of the human motor cortex through the scalp. *NeuroReport*, 9, 2257-2260.
- Raboyeau, G., De Boissezon, X., Marie, N., Balduyck, S., Puel, M., Bézy, C., Démonet, J. F., & Cardebat, D. (2008). Right hemisphere activation in recovery from aphasia. Lesion effect or function recruitment? *Neurology*, 70(4), 290-298.
- Rehme, A. K., Eickhoff, S.B., Wang, L. E., Fink, G. R., Grefkes, C. Dynamic causal modeling of cortical activity from the acute to the chronic stage after stroke. *NeuroImage*, 55(3), 1147–1158.
- Rehme, A. K., Eickhoff, S. B., Wang, L. E., Fink, G. R., & Grefkes, C. (2011). Dynamic causal modeling of cortical activity from the acute to the chronic stage after stroke. *NeuroImage*, 55(3), 1147-1158.
- Reis, J., Schambra, H., Cohen, L., G., Buch, E. R., Fritsch, B., Zarahan, E., Celnik, P. A., & Krakauer, J. W. (2009). Noninvasive cortical stimulation enhances motor skill acquisition over multiple days through an effect on consolidation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1590-1595.
- Ren, C. L., Zhang, G .F., Xia, N., Jin, C. H., Zhang, X.H., Hao, J.F., Guan, H. B., Tang, H., Li, J. A., Cai, D. L. (2014). Effect of low-frequency rTMS on aphasia in stroke patients: a metaanalysis of randomized controlled trials. *Plos One*, 9(7).
- Rosen, H. J., Petersen, S. E., Linenweber, M. R., Snyder, A. Z., White, D. A., Chapman, L., Dromerick, A. W., Fiez, J. A., & Corbetta, M. D. (2000). Neural correlates of recovery from aphasia after damage to left inferior frontal cortex. *Neurology*, 26, 1883-1894.

- Ross, L. A., McCoy, D., Coslett, H. B., Olson, I. R., & Wolk, D. A. (2011). Improved proper name recall in aging after electrical stimulation of the anterior temporal lobes. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 3, 16.
- Saur, D., Lange, R., Baumgaertner, A., Schraknepper, V., Willmes, K., Rijntjes, M., & Weiller, C. (2006). Dynamics of language reorganization after stroke. *Brain: A Journal of Neurology*, 129, 1371-1384.
- Sela, T., & Lavidor, M. (2014). High-level cognitive functions in healthy subjects. *The stimulated brain: cognitive enhancement using non-invasive brain stimulation* (pp. 299-329). London: Academic Press.
- Shah, P., Szaflarski, J. P., Allendorfer, J., & Hamilton, R. H. (2013). Induction of neuroplasticity and recovery in post-stroke aphasia by non-invasive brain stimulation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 888.
- Shimizu, T., Hosaki, A., Hino, T., Sato, M., Komori, T., Hirai, S., & Rossini, P. M. (2002). Motor cortical disinhibition in the unaffected hemisphere after unilateral cortical stroke. *Brain: A Journal of Neurology*, 125(8), 1896-1907.
- Smania, N., Gandolfi, M., Aglioti, S. M., Girardi, P., Fiaschi, a., & Girardi, F. (2010). How long is the recovery of global aphasia? Twenty-five years of follow-up in a patient with left hemisphere stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(9), 871-875.
- Sparing, R., Dafotakis, I. G., Thirugnanasambandam, N., & Fink, G. R. (2008). Enhancing language performance with non-invasive brain stimulation - A transcranial direct current stimulation study in healthy humans. *Neuropsychologia*, 46(2008), 261-268.
- Stagg, C. J. & Nitsche, M. A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *The Neuroscientist*, 17(1), 37-53.
- Stagg, C. J. (2014). The Physiological Basis of transcranial direct current stimulation. *The Neuroscientist*, 17, 37-53.
- Stagg, C. J., Best, J. G., Stephenson, M. C., O' Shea, J., Wylezinska, M., Kincses, Z. T., Morris, P. G., Matthews, P. M., & Johansen-Berg, H. (2009). Polarity-sensitive

- modulation of cortical neurotransmitters by transcranial stimulation. *The Journal of Neuroscience*, 29(16), 5202-5206.
- Takeuchi, N., & Izumi, S. (2012). Maladaptive plasticity for motor recovery after stroke: mechanisms and approaches. *Neural Plasticity*, 359728.
- Takeuchi, N., & Izumi, S. (2012). Maladaptive plasticity for motor recovery after stroke: mechanisms and approaches. *Neural Plasticity*, 12.
- Takeuchi, N., Chuma, T., Matsuo, Y., Watanabe, I., & Ikoma, K. (2005). Repetitive transcranial magnetic stimulation of contralesional primary motor cortex improves hand function after stroke. *Stroke*, 36(12), 2681-2686.
- Thiel, A., Herholz, K., Koyuncu, A., Ghaemi, M., Kracht, L. W., Habedank, B., Heiss, & W. D. (2011). Plasticity of language networks in patients with brain tumors: a positron emission tomography activation study. *Annals of Neurology*, 50(5), 620-629.
- Turkeltaub, P. E. (2015). Brain Stimulation and the Role of the Right Hemisphere in Aphasia Recovery. *Current neurology and neuroscience reports*, 15(11), 72.
- Turkeltaub, P. E., Coslett, H. B., Thomas, A. L., Faseyitan, O., Benson, J., Norise, C., & Hamilton, R. H. (2012). The right hemisphere is not unitary in its role in aphasia recovery. *Cortex*, 48(9), 1179-1186.
- Van Oers, C. A. M. M., Vink, M., Van Zandvoort, M. J. E., Van der Worp, H. B., de Haan, E.H.F., Kappelle, L.J., Ramsey, N. F., & Dijkhuizen, R. M. (2010). Contribution of the left and right inferior frontal gyrus in recovery from aphasia. A functional MRI study in stroke patients with preserved hemodynamic responsiveness. *NeuroImage*, 49, 885-893.
- Vargha-Khadem, F., Carr, L. J., Isaacs, E., Brett, E., Adams, C., & Mishkin, M. (1997). Onset of speech after left hemispherectomy in a nine-year-old boy. *Brain*, 120, 159-182.
- Vines, B., W., Norton, A. C., & Schlaug, G. (2011). Non-invasive brain stimulation enhances the effects of melodic intonation therapy. *Frontiers in Psychology*, 26(2), 230.

- Wan, C. Y., Zheng, X., Marchina, S., Norton, A., & Schlaug, G. (2014). Intensive therapy induces contralateral white matter changes in chronic stroke patients with Broca's aphasia. *Brain and Language*, 136, 1-7.
- Wiethoff, S., Hamada, M., & Rothwell, J. C. (2014). Variability in response to transcranial direct current stimulation of the motor cortex. *Brain Stimulation*, 7(3), 469-475.



Autora: Marina Cuadra Jaime Tutor: Javier García Orza
Universidad de Málaga

INTRODUCCIÓN

Papel beneficioso del HD

Una lesión en HD tras ACV en HI empeora el cuadro afásico (e.g. Gainotti, 1993).

El HD asume ciertas funciones lingüísticas tras hemisferectomía izquierda (e.g. Vargha-Khadem et al., 1997).

Lesiones en HD empeoran el rendimiento en tareas del lenguaje (ver Barroso y Nieto, 1996).

Estudios con tDCS anodal en HD muestran mejoras significativas (e.g. Röel et al., 2011).

Papel perjudicial del HD

La sobreactivación del HD inhibe la recuperación del HI, haciendo dependiente al sujeto de sus funciones lingüísticas del HD (e.g. Martin et al., 2004).

Estudios de fMRI muestran que un aumento de actividad del HD se asocia a un bajo rendimiento del lenguaje (e.g. Postman-Caucheteux, 2010).

tDCS catodal en HD mejora el rendimiento en tareas de denominación (e.g. Lee et al., 2013).

Estudios con rTMS que inhiben el HD muestran mejoras en tareas de lenguaje (e.g. Naeser, 2005).

Papel epifenómeno del HD

El HD ni facilita ni dificulta la recuperación del lenguaje (e.g. Thiel et al., 2001).

HIPÓTESIS DE LA INHIBICIÓN INTERHEMISFÉRICA

HIPÓTESIS

Papel beneficioso del HD



Mejora el rendimiento de funciones lingüísticas

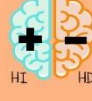


Empeora el rendimiento de funciones lingüísticas

Papel perjudicial del HD



Empeora el rendimiento de funciones lingüísticas



Mejora el rendimiento de funciones lingüísticas

ESTUDIO

Participante

Mujer

78 años

Estudios primarios

Amor de casa y costurera

Lesión temporo-parietal en el HI por ictus isquémico agudo en la arteria cerebral media

Dificultades en producción a nivel del léxico de output de habla y patrones motores y posible alteración del nivel fonémico

Materiales y Procedimiento

tDCS: 25 min, 1 mA

8 sesiones en 4 días

Doble ciego

1º montaje: HI+HD+

2º montaje: HI+HD-



Día 1: sham + 1º montaje

Día 2: 1º montaje + sham

Día 3: sham + 2º montaje

Día 4: 2º montaje + sham



RESULTADOS

* p < .05

Análisis de datos con los estadísticos Tau y Tau-U

Sham estimulación



CONCLUSIONES

1. Pérdida significativa en denominación de acciones: Papel perjudicial del HD para la recuperación de acciones.
2. En el resto de tareas la estimulación no ha sido efectiva: Kemmerer (2015): el montaje HI+HD+ es beneficioso para verbos.
3. Repetición de palabras vs repetición de pseudopalabras: ¿La estimulación favorece la activación del léxico?
4. Friederici (2002): comprensión de oraciones en HI. ¿A que se debe la ganancia obtenida con la estimulación? Puede deberse a la estimulación de estructuras como el IFG, relevante para la función ejecutiva, de forma que ambos hemisferios podrían estar facilitando la decisión de la tarea.

REFERENCIAS

- Barroso, J., y Nieto, A. (1996). Asimetría cerebral: Hemisferio derecho y lenguaje. *Psicología conductual*, 4(2), 285-305.
- Hao, et al. (2011). Short-term anodal training and electrical brain stimulation. *Stroke*, 42(7), 2065-2067.
- Innocenti, A. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Science*, 6, 78-84.
- Innocenti, G. (1993). The right of the right hemisphere's contribution to the recovery of language. *European journal of disorders of communication*, 28(2), 227-246.
- Kemmerer, D. (2015). *Cognitive neuroscience of language*. New York: Psychology Press.
- Lee et al. (2013). Effects of dual transcranial direct current stimulation for aphasia in chronic stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 37(5), 603-610.
- Martin et al. (2004). Transcranial magnetic stimulation as a complementary treatment for aphasia. *Seminars in Speech Language*, 25(2), 181-191.
- Naeser et al. (2005). Improved picture naming in chronic aphasia after TMS to part of right Broca's area: an open protocol study. *Brain and Language*, 95(1), 95-105.
- Postman-Caucheteux et al. (2010). Single and fMRI shows contralateral activity linked to overt naming errors in chronic aphasic patients. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(6), 1299-1318.
- Thiel et al. (2011). Plasticity of language networks in patients with brain tumors: a positron emission tomography activation study. *Annals of Neurology*, 50(5), 620-623.
- Vargha-Khadem et al. (1997). Onset of speech after left hemispherectomy in a nine-year-old boy. *Brain*, 120, 153-182.



ANEXO II

SOLICITUD DE LA DEFENSA Y EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO 201 /

Apellidos y nombre del estudiante	Cuadra Jaime, Marina
DNI	77186914-H
Grado en Psicología/Logopedia	Logopedia
Universidad o Institución de destino ¹	
Título del TFG	Diferenciación hemisférica en la recuperación de las habilidades lingüísticas en la afasia: un estudio con estimulación eléctrica
Tutor/a de TFG de la UMA	Javier García Orza
Tutor/a Colaborador/a externo/a	
Cotutor/a ²	
Departamento	Psicología Básica
Área de Conocimiento	Psicología Básica
Valoración del Tutor/a ³	FAVORABLE

SOLICITA:

La defensa y evaluación del Trabajo de Fin de Grado que arriba se describe, en la Convocatoria de septiembre de 2017:

Málaga, a 11 de septiembre de 2017

Firma del Tutor/a:

Firma del estudiante:

¹Para el alumnado acogido a programas de movilidad o que desarrollen el TFG en otra institución.

²En casos excepcionales podrá existir la figura de un/a cotutor/a, previa autorización de la Comisión de TFG.

³FAVORABLE o NO FAVORABLE.

ANEXO IV**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO****CURSO ACADÉMICO 2016/7**

Nombre y apellidos del estudiante	MARINA CUADRA JAIME
DNI	77186914H
Universidad o institución de destino ¹	
Título del TFG	DIFERENCIACIÓN HEMISFÉRICA EN LA RECUPERACIÓN DE LAS HABILIDADES LINGÜÍSTICAS DE LA AFASIA: UN ESTUDIO CON ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA
Tutor/a de TFG de la UMA	JAVIER GARCÍA ORZA
Departamento	PSICOLOGÍA BÁSICA
Área de conocimiento	PSICOLOGÍA BÁSICA

DECLARO BAJO JURAMENTO O PROMESA:

Que los documentos presentados son originales e inéditos, no habiéndose utilizado para la evaluación de ninguna otra asignatura del plan de estudios cursado.

Esta declaración se realiza bajo la responsabilidad de quien la suscribe, a los efectos de participar en la Defensa del Trabajo de Fin de Grado.

En Málaga, a 11 de 09 de 2017

Firma del estudiante:



¹ Para los alumnos acogidos a programas de movilidad o que desarrollen el TFG en otra institución.